

東京都立大学

正員 山本 稔

建設省 土木研究所

正員 今田 徹

久保田鉄工㈱

正員 木川 富男

1 はじめに

全面接着式のロックボルトとして、従来モルタル定着型とレジン型が多く用いられているが、前者については充填されたモルタル中にボルトを挿入するため長尺のボルトは挿入が難しく短時間に強度をだすことはできない等の欠点がある。後者についてはレジンの攪拌トルクに問題があり、挿入できるボルト長さに制限がある等の欠点がある。これらの欠点を排除し、取扱いが簡単で、急硬性セメントミルクの1.5ショット注入方式でボルト長さに制限なく、短時間に強度が得られるようにしたのがこの注入式ロックボルトとその注入装置である。

2 注入式ロックボルトの構造

注入式ロックボルトはボルトの孔口部に設けたパッカーにより、地山へ定着と同時にセメントミルクのシールをするもので、ロックボルトの軸にそって設けた2本のパイプを通してセメントミルクの注入と排気を行う。このパッカーの方式にゴムパッカーと布パッカーの2方式がある。

2-1. ゴムパッカー方式 ゴムパッカー方式はナットを締付けることによりゴムの筒体を押圧膨張させてゴムを孔壁に密封定着させ、注入パイプから急硬性セメントミルクを1.5ショットで注入し、他方のチューブより排気させる。2本のチューブはゴムパッカー及びナットの下部を貫通しなければならないのでボルト断面は ∞ の形としなければならない。このゴムパッカー方式は取扱いが簡単で定着も確実であるが次の欠点がある。即ち、孔口の穿孔形状に凹凸があり特にそれが鋭角的である場合、押圧されたゴムの変形がそれになじまず、シールできない場合が生じる。この場合はあらかじめパッカー周辺に粘土等を巻きつけて使用すると良い。ボルトについては軸にそって2条の溝を設けるためにボルト断面に欠損を生じ、通常の断面に対し約20%小さくなる。これらの欠点を改良したのが次の布パッカー方式である。

2-2. 布パッカー方式 これはゴムパッカーにかえて布パッカーとしたもので注入パイプに急硬性セメントミルクを1.5ショットで注入するとまず布袋が注入されたミルクで膨らみ、孔口に定着、シールすると同時に布袋の奥他端にとりつけたパイプからミルクが孔内に流出し、充填される。パッカーが布であるため、孔口のどんな凹凸にも自在に対応でき、定着、シール、ミルク充填が同時に、確実にできる。ゴムパッカー方式と異なりボルト断面に2条の溝をつくる必要はなく、断面欠損もなく、特にネジ付異形棒鋼を用いると断面を有効に利用できる。

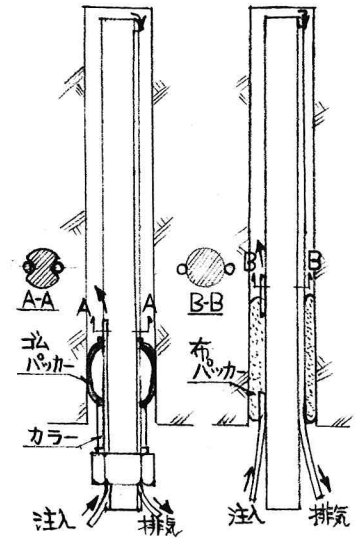


図1 注入式ロックボルト構造

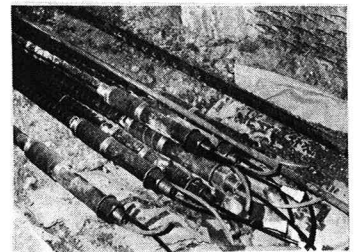


写真1 ゴムパッカー方式

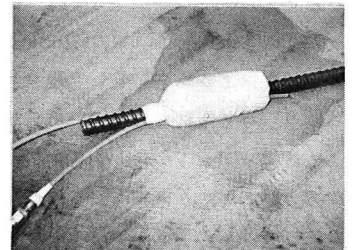


写真2 布パッカー方式

3 注入材とその性質

注入材は普通ポルトランドセメントと硬化材の2液からなり、2液をそれぞれ攪拌し、1.5ショットで注入する。配合と強度は表1、図2、に示す通りで30分で約100 Kg/cm^2 の強度がでる。ゲルタイムは1.5分～10分で遅延剤により可変である。クラックな地山や湧水地盤に対してはゲルタイムが短い方が良い。

表1 急硬式セメントミルク標準配合

銘柄名	A液	B液	A (%)	B (%)	遅延剤	注入ミルク (%)
クボタ急硬式セメントミルク	硬化材	普通ポルトランドセメント	W/A=55	W/C=48	0.75 (%)	W/(A+C)=50 A/(A+C)=30

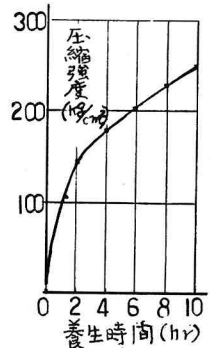


図2 圧縮強度

4 注入装置

注入装置には手押ポンプによる手動式と電動ポンプによる電動式の2通りある。

4-1. 手動式注入装置 手押ポンプとミルクタンクをそれぞれ2台並列し、片方はセメントミルク用、他方は急硬材ミルク用で、これより2本のホースで両液を導き、注入ガンの先端で混合し、1.5ショットで注入する。注入圧；1～2 Kg/cm^2 (max 5 Kg/cm^2)、注入量；3 $\text{l}/\text{分}$ (max 5 $\text{l}/\text{分}$)、ホース長さ；5 m

4-2. 電動式注入装置 電動のグラウトポンプ、攪拌機付ミルクタンク、洗浄用水タンクをそれぞれ2台ずつ並べ、セメントミルクの攪拌、ポンプとタンク間の液循環、注入、洗浄等をボタン式でコントロールできる機構とした。注入圧と注入量は手動式と同じ。

ホース長さ；15 m 大きさ 1.8 m×0.8 m。

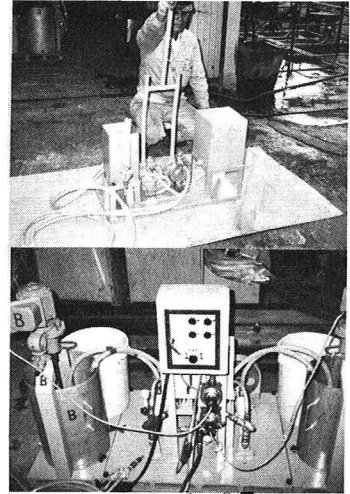


写真3 注入装置

5 施工方法

施行手順を図3に、施工のサイクルを表2に示す。準備、練り混ぜ等の時間は施工本数4本で等分して出した数値である。作業員は2名である。

表2 施工のサイクルタイム (sec)

準備	練り混ぜ	ボルト挿入	ミルク注入	洗浄	合計
75	60	50	40	120	345

6 ロックボルト引抜き試験

日本道路公団、関越トンネルで実施した引抜き試験の結果を図4に示す。

ロックボルトは布パッカー方式でネジ付異形棒鋼、D25×2 mで、注入後1時間で20 T以上の強さで伸び量は2.1～2.6 mmであった。 岩質：変質安山岩

7 あとがき

布パッカーの注入式ロックボルトは急硬性セメントミルクを1.5ショットで注入パイプに注入するだけで地山への定着、シール、ミルク充填を同時に施工でき、短時間に高強度を生じることが実証できた。湧水地盤におけるロックボルト工については湧水が少ないときは通常の方法で良いと思うが、湧水が多いときはロックボルト全体を布袋に包み、セメントミルクと湧水との混合をさけながら注入する方法を考案したので近く実験を行う計画である。

<参考文献>

社団法人日本トンネル技術協会 「ロックボルト引抜き試験報告書(日本道路公団東京第二建設局委託)」

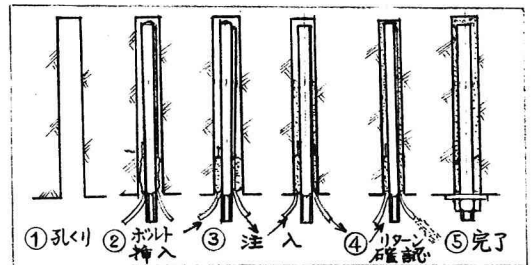


図3 施工順序図

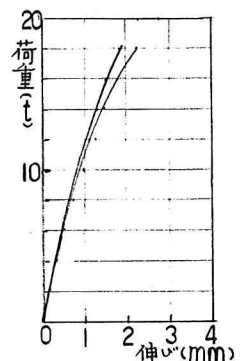


図4 荷重-伸び図